

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/000051

International filing date: 26 January 2005 (26.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20040113
Filing date: 27 January 2004 (27.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 April 2005 (22.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

Helsinki 18.3.2005

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Waterix Oy
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

20040113

Tekemispäivä
Filing date

27.01.2004

Kansainvälinen luokka
International class

C02F

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Laite ja menetelmä veden ilmastamiseksi/sekoittamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

Eija Solja

Eija Solja
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FI-00101 Helsinki, FINLAND

1

L3

LAITE JA MENETELMÄ VEDEN ILMASTAMISEKSI/SEKOITTAMISEKSI

KEKSINNÖN ALA

Keksinnön kohteena on ilmastusjärjestelmä ja menetelmä veden sekoittamiseksi ja/tai ilmastamiseksi.

TEKNIIKAN TASO

Jätevesien puhdistuksessa biologinen puhdistus on tärkeä ja eniten energiaa kuluttava vaihe. Ilmastuksella tapahtuvassa biologisessa puhdistuksessa veteen on jatkuvasti syötettävä happea prosessin bakteeritoiminnan mahdollistamiseksi. Samoin luonnonvesissä pitkän talvikauden aikana, jolloin jääpeite estää ilman kautta tapahtuvan luonnollisen hapettumisen, vesien happipitoisuus laskee. Tämä saattaa johtaa happikatoon, kalakuolemiin ja järven lopulliseen saastumiseen. Biologista puhdistusta käytetään myös mm. Kaasujen, kuten radonin, poistoon vedestä ilmastamalla.

Yleisin vesien ilmastustapa on pohjailmastus. Siinä ilma pumpataan veteen altaan pohjalla olevien reikäkalvojen kautta. Lähinnä huollollisista syistä pohjailmastuksesta on pyritty siirtymään pintailmastukseen. Niissä ilmaa on johdettu vedenpinnassa tai lähellä vedenpintaa pyöriviin potkureihin, jotka ovat sekoittaneet ilmaa virtaavaan veteen. Tunnettuja on myös laitteet, joissa potkurien avulla synnytettyihin virtauksiin on sijoitettu erilaisia virtauskappaleita tehostamaan ilman siirtymistä ja sekoittumista veteen. Niiden haittoina on ollut lähinnä niiden likaantuminen ja tukkeutuminen käytössä. Sen lisäksi ne ovat usein tarvinneet erilliset vedensekoittimet, jotta koko altaan vesi olisi riittävässä liikkeessä, jolloin jäteveden liete ei pääse laskeutumaan altaan pohjaan.

Ilmastuksessa on käytetty myös laitteita, jossa vesi on pumpun avulla johdettu veden yläpuolella olevaan sylinterimäiseen tilaan, jossa on ollut lukuisia reikiä, joiden kautta vesi on ruikutettu veden pintaan. Edelleen ilmastukseen on käytetty ejektoreita, joissa vesisuihku on imenyt mukaansa ilmaa ja tämä suihku on sitten johdettu altaan pohjaan,

jolloin on samalla saatu altaassa kiertoa. Kaikille pintailmastinlaitteille on ollut ominaista niiden hyötysuhde ts. liuotetun hapen määrä energiayksikköä kohti on ollut pieni.

Ilmastus aiheuttaa jätevedenpuhdistamon (aktiivilietelaitos eli biologinen puhdistus) energiakustannuksista noin 80% ja tämä sähkönkulutus vastaa noin 30% koko jätevedenpuhdistamon käyttökustannuksista. Siksi energian kulutuksella ilmastuksessa on aivan oleellinen merkitys.

Tyypillisiä hapetustehoja käytännön olosuhteissa ovat, kun kyseessä on pohjailmastimena toimiva hienokuplailmastin, : 1,7-3,0 kgO₂/kWh, pohjailmastinena toimiva karkeakuplailmastin: 1,7-2,3kgO₂/kWh pintailmastin: 1,3-2,2kgO₂/kWh tai yhdistelmäilmastin (OKI): 1,5-3,2kgO₂/kWh. Pohjailmastimien huolto on hankalaa. Yleensä allas tulee tyhjentää huollon ajaksi (osassa erillisiä pohjalauttoja, joita voidaan nostella yksi kerrallaan). Samalla huolto on kallista ja kestää useita viikkoja. Esimerkki asiakkaalta - ilmastinjärjestelmä (ilmastinlautaset, putket, asennus, kompressorihalli sekä kompressorit) on maksanut 300.000 EUR. Huolto, joka tulee suorittaa 4-6 vuoden välein maksaa 40-50.000 EUR.

Biologisessa jätevedenpuhdistuksessa käytetään usein sekä aerobista että anaerobista vaihetta jäteveden puhdistuksessa. Aerobinen vaatii hapetusta ja sekoitusta, kun puolestaan anaerobinen vaatii hapetonta tilaa ja sekoitusta. Aerobisessa vaiheessa jätevedestä poistetaan tyypillisesti biokemiallista kuormaa sekä muutetaan nitrifikaation avulla ammoniumtyppi nitraatiksi. Anaerobisessa vaiheessa jätevedessä oleva typpeä saatetaan kaasumaiseen muotoon ja se poistuu jätevedestä. Kun pohjailmastimet pysäytetään anaerobisessa vaiheessa, täytyy vettä sekoittaa erillisillä sekoittajilla. Tämä puolestaan lisää investointeja ja huollettavia kohteita. Osassa jätevesilaitoksissa on päädytty erillisiin altaisiin typenpoistoa varten, jotta pohjailmastusta ei tarvitse pysäyttää. Tämä lisää taas investointeja. Pohjailmastimet tukkeutuvat vähitellen ja niiden tuotto huononee erityisesti, jos ilmastus pysäytetään usein. Ajan kanssa pohjailmastimien teho laskee 5-50% nimellistehosta.

Pohjailmastus on parhaimmillaan 6 - 9m syvyisissä altaissa, jolloin saadaan paras hyötysuhde. Matalissa altaissa hyötysuhde laskee nopeasti, hyvin syvissä tarvitaan

kompressoidun ilman jäähdytystä, jottei kumiset / muoviset membraanit hajoa. Tämä lisää sekä investointeja että käyttökustannuksia.

Pintailmastimien ongelma on huono hapetuksen hyötysuhde, heikko säädettävyys sekä se, että altaan tulee olla suhteellisen matala. Tyypillinen syvyys on 3,5m, jolloin altaista tulee suuria pinta-alaltaan eivätkä ne ole muodoltaan optimaalisia (kallis tehdä). Säättö olisi tärkeää, koska mm. kuormituksen vaihdellessa hapetuksen tarve vaihtelee oleellisesti. Erilaisia pintailmastimia on esitetty esimerkiksi US-patenteissa US 5,021,154, US 3,928,512 ja US 4,193,951.

Tekniikan tasona viitataan lisäksi EP-julkaisuun 465043.

KEKSINNÖN LYHYT KUVAUS

Näiden ja myöhemmin selviävien epäkohtien poistamiseksi ja keksinnön muiden

VAST.OTTO 27-01-2004 17:22 MISTÄ- +358 9 2517 5378 KENELLEPATREK Asiakaspalvelu SIVU 006

Keksinnön mukaisessa laitteessa potkuripumpun avulla aikaansaatu vesivirtaus johdetaan yhteen tai useaan vedenpinnassa olevaan rengasmaiseen suuttimeen, joissa yksiköissä vesivirtaus imee mukaansa ilmaa joka tehokkaasti sekoituu veteen ilmastaen sen. Samoin suuttimen raon korkeuden tulee olla rajoitettu. Tällöin veteen syntyvien kuplien koko jää pieneksi ja ne jakautuvat virtaavaan veteen tasaisesti mahdollistaen korkean liukenemisasteen. Tämä johtaa verrattaen pieniin ilmastinyksiköihin ja useimmiten yksikkö sisältää lukuisia ilmastinyksiköitä. Vain aivan pienimmissä laitteissa tullaan toimeen yhdellä ilmastinyksiköllä tai suutinraolla.

Tämän keksinnön kohteena on pintailmastuslaite/sekoitin. Laitteeseen kuuluu potkuripumpulla varustettu syöttöputki, jolla happiköyhää pohjavettä imetään ilmastimeen. Lähellä pintaa syöttöputki jakautuu pinnan suuntaisiksi pokittaisiksi syöttöputkiksi. Niistä vesi johdetaan edelleen erillisiin ilmastusyksiköihin. Ilmastusyksikössä vesi johdetaan veden pinnan tasossa olevaan pyöreään suutinrako. Suutinraossa veden paine-energia muuttuu liike-energiaksi. Tässä tilassa suutinraosta virtaava vesisuihku imee mukaansa ympäröivää ilmaa sekä suihkun alalta yläpuolelta, joka sekoittuu vesisuihkuun pieninä kuplina. Suihku säilyttää suuren osan liike-energiastaan kunnes se törmää sylinterimäiseen vaippaan tai ympäröivään veteen. Suutinrako on pystysuora vesisuihkun ohjaamiseksi vaakasuoraan ulos syöttöputkesta tai se on yläviisto vesisuihkun ohjaamiseksi yläviistoon siitä ulos.

Kun vesi otetaan laitteeseen altaan pohjalta ja palautetaan takaisin altaan pinnalle, joutuu altaan vesi tehokkaaseen kokonaiskiertoon ja sisään tuleva vesi on mahdollisimman happiköyhää. Tämä lisää oleellisesti laitteen suorituskykyä. Muissa ilmastuslaitteissa ilmastuslaitteeseen tuleva vesi on happipitoisuudeltaan keskiarvoista tai laite kierrättää samaa verrattain hapettunutta vettä. Samalla kun laite hapettaa tehokkaasti se kierrättää altaan vettä estäen lietteen laskeutumisen pohjaan. Näin ei tarvita erillisiä sekoittimia.

Yhteenvedona todettakoon, että laskemalla testilaitteestamme hapetusteho suurimittakaavaiselle laitteelle päädytään keksinnön mukaisella laitteella tehoon 6,0 kg O₂/kWh. Energian säästö on huomattava.

Uuden keksinnön mukaisen laitteen etuja ovat mm.

- Hyvä hapetusteho 6,0 kg O₂/kWh (normaali ilmakehä, 10°C)
- Aerobisessa prosessissa laite ilmastaa ja sekoittaa samaan aikaan
- Anaerobisessa laite sekoittaa ja saa veden kiertämään altaassa ilman ilmastusta, mikä mahdollistaa mm. anaerobisen typen poiston samassa altaassa
- Helppo huoltaa, koska laitteen oleelliset osat ovat pinnalla, se voidaan nostaa vedestä ja liikkuvia osia ovat vain moottori, potkuri ja niiden välinen akseli
- Helppo asentaa, ei vaadi ympärilleen monimutkaista infrastruktuuria
- Laite toimii hyvin ja samalla teholla, niin matalissa altaissa kuin hyvin syvissäkin altaissa
- Hapetustehon säätömahdollisuudet erinomaiset, mikä on tärkeää kuormituksen vaihdellessa
- Kannen ulkopuolinen kiinnittäminen estää suuttimen ja suutinraon likaantumisen ja tukkeutumisen

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti oheisten kuvioden eräisiin toteutumisesimerkkeihin viitaten, joiden yksityiskohtiin keksintöä ei ole rajattu. Keksinnössä voidaan esimerkiksi toimia ilman sylinterimäsitä vaippaa tai pienempää yläosassa olevaa potkuria, minkä asian saattaa ratkaista esimerkiksi altaan koko.

KUVIOT

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaista edullista laitetta

Kuvio 2 esittää laitteen ilmastinyksikköä

Kuvio 3 on yksityiskohtainen kuva ilmastusejektorista/ilmastusyksiköstä

Kuvio 4 esittää ilmastinyksikköä veteen asetettuna

Kuvio 5 esittää ilmastusejektorin/ilmastusejektorin, jossa suutin on jaettu useiksi suutinraoiksi kiilamaisten suutinrenkaiden avulla

Kuvio 6 esittää ilmastusjärjestelmää yleisesti

Kuviossa 7 on esitetty ilmastinyksikön kannen kiinnitys ja säätö

Kuviossa 8 on esitetty ilmastinyksikön eräs toinen suoritusmuoto

KEKSINNÖN YKSITYISKOHTAINEN KUVAUS

Kuvio 1 esittää poikkileikkausta, keksinnön mukaisesta laitteesta, jossa altaassa olevaa vettä ilmastetaan. Siinä syöttöputki on merkitty viitenumerolla 14. Syöttöputken 14 sisällä on potkuri 13, joka on akselin 12 avulla yhdistetty moottoriin 11. Potkuripumppu muodostuu moottorista 11, potkurin ja moottorin välisestä akselista 12 sekä potkurista 13. Syöttöputken 14 yläpäässä vesi haarantuu vaakasuorassa suutinrenkaisiin 15, joiden rakenne on sellainen, että sisääntulo muodostuu kartiomaisista suuttimista 17, jotka päättyvät rengasmaiseen suutinrakoon 18. Kartiomainen suutin päättyy suutinrakoon ja laajenee äkillisesti tämän jälkeen. Näin on saatu aikaan ejektori. Suutinrenkaiden 15 välinen rakenne toimii ejektorina aikaan saaden vesisuihkun 16, joka imee itseensä ilmaa suihkun ylä- ja alapuolelta. Vesi ilmastuu, ilma sekoittuu tehokkaasti vesisuihkuun ja palaa takaisin altaaseen. Suutinrenkaita 15 on yleensä yksi ilmastusyksikön kummallakin puolella, mutta niitä voi myös olla useampi päällekkäin.

Ilmastus laitteessa tapahtuu useammassa vaiheessa seuraavan kuvauksen mukaisesti.

Ensimmäinen vaihe ilmastuksessa – esi-ilmastus

Laitteen yläpäässä lähellä vedenpintaa on toinen pienempi potkuri, esi-ilmastuksen potkuri 40, joka on erikätinen verrattuna potkuripumpun potkuriin 13 niin, että se pyrkii työntämään vettä alaspäin. Näin moottorin ja potkurin välisen akselin 12 yläpäässä oleva potkuri 40 sekoittaa pyörteiseen veteen ilmaa, joka sekoittuu tehokkaasti veteen ja poistuu ilmastimesta suuttimen 17 kautta vesisuihkun muodossa. Koko prosessin ajan kuplat ovat voimakkaasti liikkeessä eli voimakkaassa turbulenssissa. Potkuri 40 on kooltaan pienempi kuin potkuripumpun potkuri 14, koska tarvittava ilmamäärä on pieni sekä lisäksi suuri ilmamäärä voisi aiheuttaa potkuripumpun potkurin gavitoinnin, joka heikentäisi pumpun toimivuutta huomattavasti.

Testeissä esi-ilmastus nosti ilmastuksen tuottoa 5-15%.

Toinen vaihe ilmastuksessa – suutinrengas ja vesisuihku

Toisessa vaiheessa potkuripumpun nostaman veden sisältämä paine energia muuttuu liike-energiaksi.

Potkuripumpun 13 avulla imetään vettä altaan pohjalta putken 14 kautta. Potkuripumppu 13 imee vettä ja nostaa sen ilmastusyksikköön. Ilmastusyksikköön vesi saapuu syöttöputkesta 14. Ilmastusyksikön suuttimen 17 kartiopinta vähentää veden virtausvastusta. Suuttimessa 17 paine-energia muuttuu kokonaan liike-energiaksi. Vesisuihku 16 suuttimesta 17 ulospäin aiheuttaa alipaineen, joka imee ilmaa vesisuihkuun 16. Suihkussa vesi muuttuu turbulentiksi ja koska alipaine veti siihen mukaan ilmaa, tämä ilma sekoittuu nyt tehokkaasti veden kanssa ja suuri osa siitä liukenee veteen, jolloin tapahtuu ilmastus. Suutinraon jälkeen suihku laajenee nopeasti vaakatasossa ja samalla suihkun paksuus pystysuunnassa pienenee samassa suhteessa lisäten vielä ilmastusta ja turbulenssia. Lopuksi vesisuihku törmää ulkopuolella olevaan veteen, joka vielä lisää sekoituksen tehoa ja ilmastusta tai sylinterimäiseen vaippaan 41.

Kolmas vaihe ilmastuksessa – vesisuihku törmää seinämään

Suuttimesta tuleva vesisuihku 16, joka muodostuu vedestä ja ilmasta, törmää suhteellisen lähellä olevaan seinämään eli sylinterimäiseen vaippaan 41 aiheuttaen voimakkaan iskun, joka pirstouttaa vesisuihkun pieniksi vesipisaroiksi ja ilmakupliksi. Kokeissa tämä seinämä on ollut 20-50 cm päässä ilmastinyksikön ulkoreunasta. Laitte tulee olla niin korkealla vedestä, että suihku ei vaimene (huku) ympäröivään veteen ts. mikäli ilmastinyksikkö upotetaan se ei toimi. Tällöin vesisuihku ei pääse muodostumaan, ilmastinyksikkö ei pääse imemään ilmaa vesisuihkuun eikä radikaalia törmäystä ulkopuoliseen seinämään eli sylinterimäiseen vaippaan 41 pääse muodostumaan. Laitte ilmastaa tehokkaasti 5-30 cm vastaavalla vesipatsaalla. Mikäli ilmastinyksikkö nostetaan liian ylös esim. 30 cm vedenpinnasta, niin tarvittava pumppausteho vähintään kaksinkertaistuu. Mikäli pumppaustehoa kasvatetaan ilmastimen ollessa oikeassa syvyydessä veteen nähden, saavutetaan tilanne, jossa tarvittava pumppausteho kasvaa voimakkaasti, mutta ilmastuksen tuotto ei enää kasva kuin hyvin hitaasti.

Jotta vesisuihkun törmäys olisi mahdollisimman tehokas ilmastinyksikön ympärille on rakennettu sylinterimäinen vaippa 41. Vesisuihkun törmätessä vaippaan vettä ja ilmaa sisältävä sekoitus sekoittuu ja aiheuttaa näin ollen ilmastusta. Lisäksi veden törmäyspisteessä siihen sekoittuu lisää ilmaa ympäröivästä ilmasta, mikä lisää ilmastuksen tehokkuutta.

Neljäs vaihe ilmastuksessa – veden ja ilman sekoitus joutuu sylinterimäisen vaipan alapuoliseen veteen

Veden törmättyä sylinterimäisen vaipan seinämään 41, suuri osa kuplista sekoittuu ja johtuu alapuoliseen veteen. Kuplia on paljon ja veden on nyt pakko poistua ympäröivään veteen 42 tämän kuplapilven läpi sylinterimäisen vaipan alle tai alta 43. Veden kulkiessa kuplapilven läpi tapahtuu ilmastus. Virtaus sylinterimäisen vaipan 41 sisällä pyritään mitoittamaan niin, että kuplapilvi jatkuu aina sylinterin 41 alaosaan asti. Tällöin vesi kohtaa matkalla ulos ympäröivään veteen 42 mahdollisimman monta kuplaa.

Edellä mainitulla monivaiheisella ilmastuksella testeissä on saavutettu parhaimmillaan yli $6,0 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$ (potkuripumpun moottorin 11 hyötysuhde on 80% ja potkurin 13 hyötysuhde on 70%).

Laitetta voidaan käyttää myös ilman sylinterimäistä vaippaa 41. Mikäli ilmastusaltaan reunat ovat lähellä ilmastinyksikön ulkoreunaa saadaan aikaan vastaava ilmiö hyödyntämällä altaan muotoa ja edellä kuvattua menetelmää / laitetta.

Laite voi olla muodoltaan myös jokin muu kuin pyörähdyskappale. Tosin pyörähdyskappaleen etuna on suuri suutinraon pituus 18. Ilmastuksen tuotto on verrannollinen suutinraon 18 pituuteen (esim. kun suutinraon kohdalla halkaisija on 30 cm, niin suutinraon pituus on $\pi \times 30 \text{ cm}$ eli noin 94 cm).

Esimerkiksi 4°C asteinen vesi on täysin kylläinen, kun siihen on liuennut happea normaali-ilmakehässä $13,1 \text{ mg O}_2/\text{litra}$. Tästä johtuen suutinrenkaiden 15 väli tulee olla mahdollisimman suuri eli suutinraon 18 mahdollisimman paksu, jotta saadaan ilmastettua mahdollisimman suuri määrä vettä (laitteen läpivirtaus suuri). Toisaalta, kun tämä väli (suutinrako) kasvaa liian suureksi, niin ilmaa ei sekoitu veteen riittävästi tai riittävän tasaisesti eikä suihkun alapuolelle pääse kulkeutumaan ilmaa ollenkaan. Edellä mainitusta johtuen mikäli laitteella halutaan saavuttaa suurempia hapetusmääriä, tulee suutinrenkaiden 15 halkaisijaa kasvattaa. Hapetuksen määrä on suoraan verrannollinen suutinraon 18 halkaisijaan. Toisin sanoen mikäli kapasiteetti halutaan kaksinkertaistaa

tulee suutinrakojen 18 halkaisija kaksinkertaistaa. Mikäli kapasiteettitarve on huomattava tämä johtaa kalliisiin ratkaisuihin. Myöhemmin on kuvattu kaksi ratkaisua tähän.

Oleellista tässä keksinnössä on, että suihku muodostetaan rengasmaisessa raossa, jolloin suihku kapenee säteen kasvaessa. Testeissä saatiin hyvät tulokset, kun suutinraon halkaisija oli 75 mm ja 290 mm. Kun suutinraon halkaisija oli puolestaan 750 mm, tulos oli huono. Tämä johtuu siitä, että vesisuihku ei enää laajentunut nopeasti vaakatasossa eikä täten ohentunut pystysuunnassa, mikä on edellytys tehokkaalle ilmastukselle tässä menetelmässä. Esimerkki: Suutinraon säde on 40 mm ja vesisuihku suutinraosta ulospäin on 360 mm pituinen. Tällöin suutinraossa 20 mm paksuinen vesisuihku on ohentunut vesisuihkun lopussa vain 2 mm paksuksi. Jos suutinraon säde olisi ollut 720 mm ja suihkun pituus 360 mm, olisi suihku kaventunut vain noin 14 mm paksuksi.

Kuviot 2 ja 3 esittävät ilmastusyksikköä yksityiskohtaisemmin. Kuvio 3 on yksityiskohtainen kuva ilmastusyksiköstä, jossa selvemmin kuvion 2 yhteydessä selostetut asiat. Vesi tulee syöttöputken 14 jälkeen suutinrenkaiden väliin 15. Ejektorin muodostaa ylempi ja alempi suutinrengas (ylempi suutinrengas jatkuu ja muodostaa tässä myös kannen). Kartiomaiset suutinrenkaat 15 muodostavat suuttimen 17, joka päättyy rengasmaiseen suutinrakoon 18. Suuttimessa 17 veden nopeus kasvaa ja paine-energia muuttuu liike-energiaksi. Suutinrako 18 laajenee äkillisesti suutinrenkaiden loppuessa. Raosta virtaava vesisuihku 16 muodostaa alipaineen. Suihkun 16 yläpuolella oleva ilma imeytyy suihkuun 16. Samoin suihkun 16 alapuolelta syntynyt alipaine imee ilmaa suihkuun. Tähän ilmaa imeytyy myös suihkun läpi ylhäältä. Imeytynyt ilma sekoittuu veteen ja kulkeutuu veden mukana. Jo tässä raossa vesisuihku tempaa mukaansa osan ilmaa. Näin on luotu mahdollisimman edulliset olosuhteet veden ja ilman sekoittumiselle. Koska hapetta liukenee veteen vain niukasti tulee syötettävän ilmamäärän olla suhteellisen pieni. Tähän päästään suuttimen oikeilla mittasuhteilla. Jotta edelleen vesisuihkuun joutuvat ilmakuplat olisivat mahdollisimman tasan jakautuneita, tulee suutinraon 18 korkeuden olla verrattain pieni. Parhaat tulokset on saatu, kun suutinrako on ollut 10 – 30 mm korkea.

Vesi tulee syöttöputkea pitkin nuolien 36 suuntaisesti ilmastusyksikköön. Suutinrenkaiden 15 välistä vesi 16 poistuu nuolen 37 mukaisesti suihkuna ympäröivään veteen. Vesi saavuttaa suurimman nopeuden suuttimen ahtaimmassa kohdassa eli suutinraossa 18, josta se suihkuu ulospäin ympäröivän veden pinnan suuntaisesti tai yläviistoon. Suutin 17 toimii ejektorina imien ulkopuolelta ilmaa vesisuihkuun. Ulospäin suihkuava vesi imee mukaansa ilmaa ja sekoittaa sen tehokkaasti veden kanssa aiheuttaen veden ilmastusta eli hapen liukenemista veteen. Vesisuihkun ollessa riittävän ohut ilmaa imeytyy sekä vesisuihkun yläpuolelta että alapuolelta. Kuplat ovat hyvin pieniä ja näin muodostuu mahdollisimman suuri kosketuspinta ilman ja veden välille aiheuttaen tehokkaan hapen liukenemisen veteen. Sekoituksen tehokkuutta lisää vaihe, jossa veden ja ilman seos törmää ulkopuoliseen vesimassaan tai sylinterimäiseen vaippaan 41. Laitetta testattiin myös niin, että suutinarakoon johti ylimääräisiä reikiä, joita pitkin niihin saatiin enemmän ilmaa. Hapen liukeneminen huononi, koska kuplien koko kasvoi ja vedessä oli suhteessa tarpeettoman paljon ilmaa.

Ennen veden kulkeutumista suuttimeen 17 pinnat on muokattu kartiomaisiksi, jotta energiankulutus olisi mahdollisimman pieni. Ilmastusyksikön yläosan rakenne käy ilmi kuvioista. Alaosa on muuten identtinen lukuun ottamatta siihen liitettyä syöttöputkea.

Yllä kuvattu ratkaisu tarjoaa useita oleellisia etuja:

1. Suihku muodostuu pitkässä suhteellisen väljässä kartiokappaleiden muodostamassa rengasmaisessa vaakasuorassa tai yläviistossa suutinraossa, jolloin virtausvastus jää mahdollisimman pieneksi. Lisäksi tarvittava energian määrä veden kierrättämiselle ja suihkun aikaansaamiselle on hyvin pieni (testeissä paras tulos saatiin 5-30 cm vastaavalla vesipatsaalla).
2. Väljään rakoon ei keräänny partikkeleita ja epäpuhtauksia, jotka voisivat tukkia ilmastimen. Mikäli ilmastimessa olisi paljon pieniä reikiä ne tukkeutuisivat helposti.
3. Suihku etenee raon jälkeen vaakasuorassa tai yläviistossa jonkin verran vedenpinnan yläpuolella yhtenäisenä vesirenkaana, jolloin sen paksuus koko ajan pienenee. Vesirengas-/suihku peittää 360° tai suuren sektorin osan/osat.

4. Suihku törmää veden pintaan tai kiinteään sylinterimäiseen vaippaan mahdollisimman ohuena. Törmäyksessä suihku pirstoutuu pieniksi pisaroiksi, jolloin nämä pienet pisarat ilmastuvat.
5. Edellä kuvatun menetelmän mukaisella laitteella saadaan 3-6 kertaa pienemmällä energian kulutuksella sama tuotto kuin muilla pintailmastinlaitteilla ts. kyseinen ilmastin tarvitsee vain murto-osan energiaa tuottaakseen saman tuotoksen kuin muut.

Kuviossa 4 on esitetty ilmastusyksikkö veteen asetettuna. On tärkeää, että ilmastusyksikkö 20 on sijoitettu oikeaan veden syvyyteen 22, 23. Mikäli laite on liian syvällä vedessä 21, vesisuihkua ei synny eikä ilmastusyksikkö pysty imemään ollenkaan ilmaa veden läpi. Tällöin laite ei ilmasta ollenkaan vaan vesi pelkästään kulkee sen läpi aiheuttaen sekoitusta ilman ilmastusta. Mikäli laite on liian korkealla veden pintaan 24 nähden, energian kulutus veden pumppauksessa kasvaa, mutta ilmastuksen tulos ei parane. Jos esimerkiksi käytetään 20 cm vesipatsasta aikaansaamaan veden liike ja ilmastus, niin laitteen ollessa 20 cm veden pinnan yläpuolella tarvitaan 40 cm vesipatsas. Tällöin 50% energiasta menee hukkaan. Ilmastusyksikkö asetetaan kuvion 4 mukaisesti, jolloin laite toimii moitteettomasti ja energian kulutus on minimoitu. Laite asetetaan veteen niin, että vesisuihku erottuu selvästi ja ilmastusyksikkö imee ilmaa myös suihkun 16 alapuolelta, mutta kuitenkin mahdollisimman alas, jotta edellä kuvattua turhaa pumppausta ei tarvita

Kuvio 5 esittää ilmastusejektoria, jossa suutin on jaettu useiksi suutinraoiksi kiillamaisten suutinrenkaiden 15 avulla. Jo aikaisemmin kuvattuja suutinrenkaita 15 siis lisätään ja saadaan näin lisää kapasiteettia. Nämä uudet suutinrenkaat ovat symmetrisiä eli niiden ylä- ja alalaidat ovat samanlaisia. Kapasiteetin kasvattaminen lisäämällä suutinrenkaiden halkaisijaa tulee määrätyn pisteen jälkeen kalliiksi ja epäkäytännölliseksi. Kuvion 1 ilmastuslaitteeseen voidaan lisätä kuvion 5 mukaisesti ylimääräisiä suutinrenkaita 15. Jokainen suutinrenkas 15 toimii samoin kuin aikaisemmin kuvatut suutinrenkaat ilmastusyksiköissä. Ylimääräisten suutinrenkaiden avulla laitteen kapasiteettiä voidaan nostaa huomattavasti. Kuvion 5 mukaiseen laitteeseen on lisätty kaksi suutinrengasta, jolloin suutinraojen määrä nousee kolmeen.

Näin ollen kyseisen ilmastuslaitteen tuotto on kolminkertainen verrattuna ilmastimeen, jossa on vain yksi suutinrako. Ylimääräisiä suutinnanrenkaita 15 voi olla yksi tai useampi.

Kuviossa 6 esitetään monta ilmastusyksikköä 20 sisältävä ilmastusjärjestelmä. Jotta saavutetaan riittävä ilmastusteho, suurissa järjestelmissä käytetään useita ilmastusyksiköitä 20 kuvion 6 mukaisesti. On kuitenkin huomattavaa, että tällainen ratkaisu sisältää vain yhden pumppuyksikön normaalisti. Yhdellä suuremmalla pumppuyksiköllä saavutetaan parempi hyötysuhde pumppauksessa. Ilmastusyksiköistä 20 suihkuu vettä, joka hapettuu tehokkaasti. Koska prosessi, esim. bakteerit, syö happea vedestä koko ajan, altaan pohjalla happipitoisuus on huomattavasti pintaa alhaisempi. Syöttöputken yltäessä altaan pohjalle, ilmastuksen tehokkuus maksimoidaan, sillä happea liukenee vähähappiseen veteen huomattavasti enemmän kuin korkeahappiseen veteen. Viitenumero 28 on poikittainen syöttöputki, jota pitkin vesi syötetään usealle ilmastusyksikölle samanaikaisesti. Viitenumero 27 kuvaa altaan seinämää. Viitenumero 25 on syöttöputken 14 jatke, jolloin vesi voidaan imeä ja siten pumpata altaan ollessa hyvinkin syvä. Syöttöputken jatkeita voi olla useita peräkkäin. Viitenumero 26 on poikittainen imuputki, jossa on imureikiä 33. Imureiät voivat olla samalla puolella, jolloin saavutetaan yhdensuuntainen virtaus tai ne voivat olla poikittaisen imuputken eri puolilla kuvion 6 mukaisesti, jolloin altaan vesi saadaan pyörimään liikkeeseen altaan pohjalla. Viitenumero 33 kuvaa imureikiä veden imemiseksi laitteeseen.

Kyseinen ilmastusjärjestelmä sekoittaa tehokkaasti vettä ilmastuksen aikana. Vesi virtaa/suihkuu ulos ilmastusyksiköistä ja toisaalta sitä imetään koko ajan. Tästä seuraa voimakas veden virtausliike ja koko altaan veden sekoittuminen. Usein jätevedenpuhdistuksessa on tärkeää, että sekoitusta jatketaan vaikka ilmastus lopetettaisiin. Tämä tapahtuu siten, että pumppauksen tehoa lasketaan invertterillä esim. laskemalla kierrosluku puoleen. Tällöin vesi virtaa hitaammin suuttimen läpi eikä ilmastusta tapahdu. Toinen mahdollinen tapa veden sekoittamiseen järjestelmällä ilman ilmastusta on moottorin pyörimissuunnan vaihtaminen. Tällöin vesi otetaan sisään ilmastusyksiköiden 20 kautta ja pumpataan ulos syöttöputken kautta aiheuttamalla suihku veden alla ilman ilmastusta. Tämä on tehokas tapa sekoittaa altaan vettä. Syöttöputken alapäässä voi olla vielä kuvan mukaisesti lisäputki, poikittainen imuputki

26 imurei'illä 33, jolla sekoitusta tehostetaan. Tähän putkeen tehdään imureikiä ja näin ohjataan tarkasti veden kiertoa ja sekoitusta. Esimerkiksi osa imurei'istä voi olla putken etupuolella ja osa takapuolella, näin saadaan aikaan veden pyörimisliike altaassa.

Veden syöttöputki 14, 25 voi olla yksi putki tai tarpeen vaatiessa useampi putki voidaan asettaa peräkkäin (syöttöputki ja esim. kaksi syöttöputken jatketta peräkkäin). Syöttöputkina voidaan käyttää standardi LVI-putkia. Tällaisella rakenteella voidaan ilmastaa hyvin syviä altaita.

Ilmastinyksikön kansi 38 voidaan kiinnittää kuvion 7 mukaisesti ulkopuolelta (kansi jatkuu samalla muodostaen ylemmän suutinrenkaan 15). Tällöin ilmastusyksikkö ei sisällä mitään kiinnikkeitä, joihin lika voisi tarttua. Jätevedessä olevat epäpuhtaudet kuten karvat, hammastikut ja hiukset voivat helposti tukkia laitteen, jossa kiinnikkeet tai ruuvit ovat laitteen sisällä ja kosketuksissa virtaavaan veteen.

Ilmastusyksikön kantta 38 voidaan lisäksi säätää pystysuunnassa (nostaa ja laskea), kuvan osoittamalla toimilaitteella 31. Mikäli kantta 38 nostetaan riittävästi, vesi pääsee virtaamaan vapaasti kannen 38 alta ilman, että ilmastusta tapahtuisi. Tällöin saadaan aikaan tehokas sekoitus. Lisäetuna on se, että paine putkistossa laskee ja täten energian kulutus pienenee. Laskettaessa ilmastusyksikön kantta 38 alaspäin saavutetaan tilanne, jossa ilmastus alkaa. Laskettaessa kantta 38 edelleen alas ilmastuksen tuotto kasvaa, sillä paine putkistossa kasvaa ja tämä paine muuttuu puolestaan suuttimessa liike-energiaksi. Mitä suurempi nopeus suuttimessa 36 on sitä suurempi on ilmastusyksikön tuotto. Kun paine putkistossa kasvaa, niin samalla energiankulutus kasvaa. Koska ilmastinyksiköitä on useita, voidaan osa niistä sulkea painamalla kantta 38, niin alas, että se sulkeutuu ja veden kulkeutuminen ilmastinyksikön läpi estyy. Esimerkiksi laitteella, jossa on 20 ilmastusyksikköä voidaan 14 sulkea, jolloin ilmastuksen tuotto laskee 70%. Samalla myös potkuripumppuapumppua säädetään niin, että sen tuotto (virtaus) laskee 70% niin, että paine ilmastinyksiköissä pidetään vaikiona.

Keksinnön mukaista laitetta voidaan käyttää myös luonnonvesien hapettamiseen. Tällöin laite imee happiköyhää pohjavettä laitteeseen, jossa se hapettuu ja palaa järven pintaan. Talviaikana lämpimämpi pohjavesi pitää avannon sulana. Jos ei haluta rikkoa järven lämpökerrotumista, voidaan hapettunut vesi johtaa paluuputkella syvemmälle.

Koska sekä potkurin että moottorin hyötysuhde nousee koon kasvaessa, kannattaa yleensä käyttää verrattain suuria yksiköitä, jolloin sama pumppuyksikkö syöttää vettä lukuisille ilmastinyksiköille.

Kun ilmastus tapahtuu veden pinnassa, vapautuu ilmastuksen yhteydessä vedessä olevia kyllästyneitä kaasuja, kuten typpeä, hiilidioksidia, ammoniakkia ja radonia.

Panospuhdistuksessa vedenpuhdistuksen eri vaiheet tapahtuvat samassa tilassa peräkkäin. Tällöin ilmastusvaiheen jälkeen voidaan laitetta käyttää esimerkiksi typen poistoon lopettamalla hapetus mutta jatkamalla sekoitusta. Näin laitteella voidaan toistaa vuoronperään samassa altaassa aerobinen ja anaerobinen vaihe prosessista.

Kuvion 8 mukainen ilmastinlaite on muuten sama kuin aikaisemmin kuvioissa 1-3 esitetyt laitteet. Potkuripumppu muodostuu moottorista 11, moottorin ja potkurin välisestä akselista 12 sekä potkurista 13. Pumppu imee vettä syöttöputken 14 alapäästä ja työntää sitä ylöspäin 36 kohti suutinta 17.

Kuvion 8 mukainen laite ei sisällä erillisiä suutinrenkaita vaan suutinrenkaiden tehtävän hoitaa syöttöputkeen tehty leikkaus 34. Kuvion mukaisessa laitteessa suutin 17 ja suutinrako 18 on saatu aikaan sahaamalla tai muulla tavalla putken ympärille tekemällä aukko. Suutinrako on koko matkan sama esim. 20 mm paksu. Jotta suutin 17, suutinrako 18 ja syöttöputki 14 olisivat samaa kappaletta voidaan putkeen jättää kannakkeita. Käytännössä niitä voi olla enemmän tai vähemmän. Mikäli ilmastetaan vettä, joka voi helposti tukkia suuttimen ja suutinraon, niin kiinnitys voi olla ulkopuolelta kuvion 7 mukaisesti, jolloin suuttimessa ei ole kannakkeita. Tällöin suutin 17 ja suutinrako 18 eivät tukkeudu.

Kuten kuvioista 8 käy ilmi, suihku peittää tyypillisesti 360°.

Kuvion 8 mukaisessa laitteessa syöttöputken 14 seinämät ovat suhteellisen ohuet, jolloin kartiomainen suutin 17 jää lyhyeksi. Tästä johtuen vesisuihku 16 suihkuu yläviistoon (pumppu laittaa veden virtaamaan alhaalta ylös syöttöputkea pitkin nuolien 36 suuntaisesti). Vesisuihku 16 on näin ollen pitempi ja sen aikana tapahtuu täydellisempi ilmastus ennen törmäämistä ulkopuoliseen veteen 42. Myös aikaisemmissa kuvioissa 1-3 suutinrenkaat 15 voidaan viistää niin, että vesi suihkuu yläviistoon. Ilmastuksen tulos suihkutettaessa yläviistoon on niin hyvä, että erillistä sylinterimäistä vaippaa 41 ei tarvita.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Ilmastusjärjestelmä veden ilmastamiseksi ja/tai sekoittamiseksi, joka käsittää ainakin yhden ilmastinyksikön (20), jossa on syöttöputken sisällä oleva pumpun/potkuri (13), jolla vesi imetään syöttöputkeen (14) ja syöttöputki (14), johon ilmastettava vesi imetään altapäin, t u n n e t t u siitä, että syöttöputki (14) laajenee ilmastinyksikön yläosassa suuttimena (17) toimivaksi kartiotilaksi, jonka kautta vesi jatkaa rengasmaiseen suutinrakoon (18), joita on ainakin yksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että suutinrako (18) on pystysuora vesisuihkun ohjaamiseksi vaakasuoraan ulos syöttöputkesta (14).
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että suutinrako (18) kallistuu yläviistoon vesisuihkun ohjaamiseksi yläviistoon ulos syöttöputkesta (14).
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ilmastusyksikön yläosassa oleva kartiotila on suutinrenkaiden (15) välissä.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmän yläpäässä on toinen pienempi potkuri (40), joka on erikätinen verrattuna potkuripumpun potkuriin (13).
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ilmastusyksikön ympärillä on sylinterimäinen vaippa (41).
7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että suutinrenkaiden (15) väliin muodostuu kiilamainen suutin (17), joka päättyy rengasmaiseen suutinrakoon (18).

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ilmastusyksikössä on kansi (38), joka on kiinnitetty ulkopuolelta jonka asentoa säätämällä hapetusta ja/tai sekoittamista voidaan säätää.
9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että suutin (17) on jaettu useiksi suutinraoiksi kiilamaisten suutinrenkaiden (15) avulla.
10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että ilmastusyksikön yläosassa oleva kartiotila on aikaansaatu syöttöputken leikkauksella syöttöputken ympäri leikkauksen aikaansaaden suuttimen (17) ja suutinraon (18).
11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että syöttöputken leikkauksen yläpuolinen ja alapuolinen osa on samaa kappaletta ja kiinnitetty toisiinsa putkeen jätetyillä kiinnikkeillä.
12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että siinä on useita ilmastinyksiköitä (20) sekä poikittainen syöttöputki tai poikittaisia syöttöputkia (28), joita pitkin vesi johdetaan ilmastinyksiköihin.
13. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että yksi syöttöputki (14), pumppu (13) ja moottori (11) syöttävät veden useammalle ilmastinyksikölle (20) saman aikaisesti.
14. Patenttivaatimuksen 11 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että osa ilmastinyksiköistä (20) voidaan sulkea kantta (38) laskemalla ja samalla pumppaustehoa lasketaan samassa suhteessa laskemalla moottorin (11) kierroslukua.
15. Patenttivaatimuksen 1 ja 11 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että laitetta käytetään veden kierrätykseen, jolloin laitetta lasketaan niin, että suuttimet joutuvat veden alle tai nostamalla ilmastimen kantta (38) ja/tai laskemalla moottorin (11) kierroslukua.

16. Patenttivaatimuksen 1 ja 11 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että lähellä pohjaa oleva poikittainen imuputki (26) ja siinä olevat imureiät (33) tehostavat sekoitusta.
17. Patenttivaatimuksen 1 ja 11 mukainen ilmastusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että potkurin (13) pyörimissuuntaa muuttamalla ja pitämällä ilmastinyksiköt (20) veden alla voidaan veden kierrätystä ja sekoittamista tehostaa sekä laitteistoa puhdistaa.
18. Menetelmä veden ilmastamiseksi/sekoittamiseksi ilmastusyksikössä, joka käsittää syöttöputken sisällä olevan potkuripumpun (13), syöttöputken (14),
t u n n e t t u siitä, että
- a) potkuripumpulla (13) aikaan saatu vesivirtaus johdetaan syöttöputkeen (14),
 - b) syöttöputkesta vesi johdetaan syöttöputken yläosassa olevan kartiotilaksi laajenevan suuttimena (17) toimivan osan kautta siihen liittyvään yhteen tai useaan suutinrakoon (18),
 - c) suutinraon (18) jälkeen suihkun alipaineen annetaan imeä ilmaa mukaansa suihkun sekä ylä- että alapuolelta,
 - d) vesi (16) johdetaan ilmastusyksikön yläosasta pois suuttimen (17) ja edelleen suutinraon (18) kautta.
19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kun järjestelmän yläpäässä on toinen pienempi potkuri (40), joka on erikätinen verrattuna potkuripumpun potkuriin (13), suoritetaan ensimmäisenä vaiheena esi-ilmastus, jossa potkurin (40) toimesta vettä työnnetään alaspäin ja siihen sekoitetaan ilmaa, ja poistetaan ilmastimesta suuttimen (17) kautta vesisuihkun muodossa.
20. Patenttivaatimuksen 18 tai 19 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kun ilmastusyksikön ympärillä on sylinterimäinen vaippa (41), suuttimesta (17) tulevan vesisuihkun annetaan ilmastuksen kolmannessa vaiheessa törmätä seinämänä toimivaan sylinterimäiseen vaippaan (41) vesisuihkun pirstouttamiseksi pieniksi vesipisaroiksi ja ilmakupliksi.

19

LS

TIIVISTELMÄ

Keksinnön kohteena on ilmastusjärjestelmä veden ilmastamiseksi ja/tai sekoittamiseksi, joka käsittää ainakin yhden ilmastinyksikön, jossa on syöttöputken sisällä oleva pumpun/potkuri, jolla vesi imetään syöttöputkeen ja syöttöputki, johon ilmastettava vesi imetään alaspäin. Ilmastusjärjestelmä on tunnettu siitä, että syöttöputki laajenee ilmastinyksikön yläosassa suuttimena toimivaksi kartiotilaksi, jonka kautta vesi jatkaa rengasmaiseen suutinrakoon, joita on ainakin yksi. Keksinnön kohteena on lisäksi menetelmä veden ilmastamiseksi ja/tai sekoittamiseksi.

FIG. 1

1/8

L6

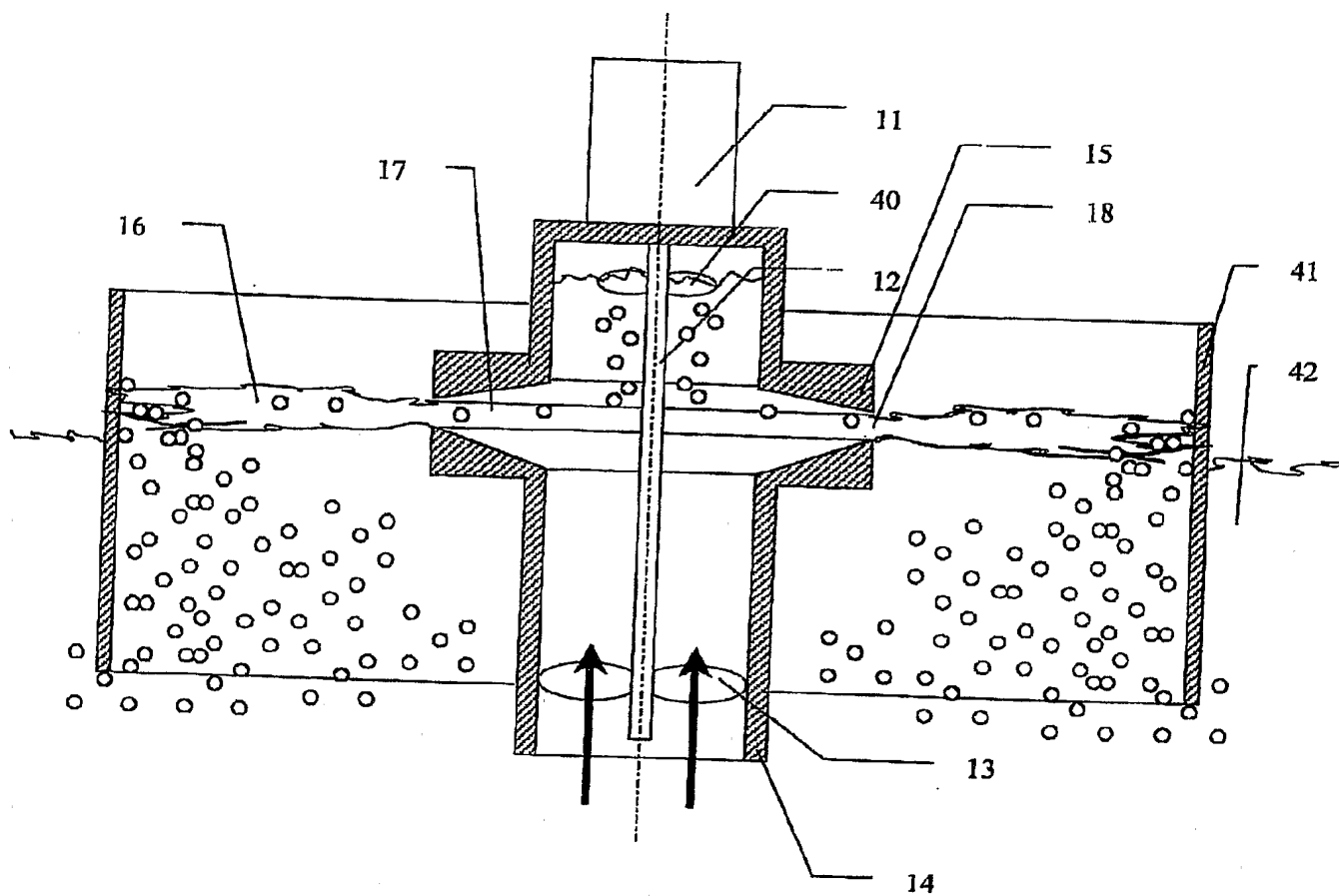


FIG.1

3/8

L6

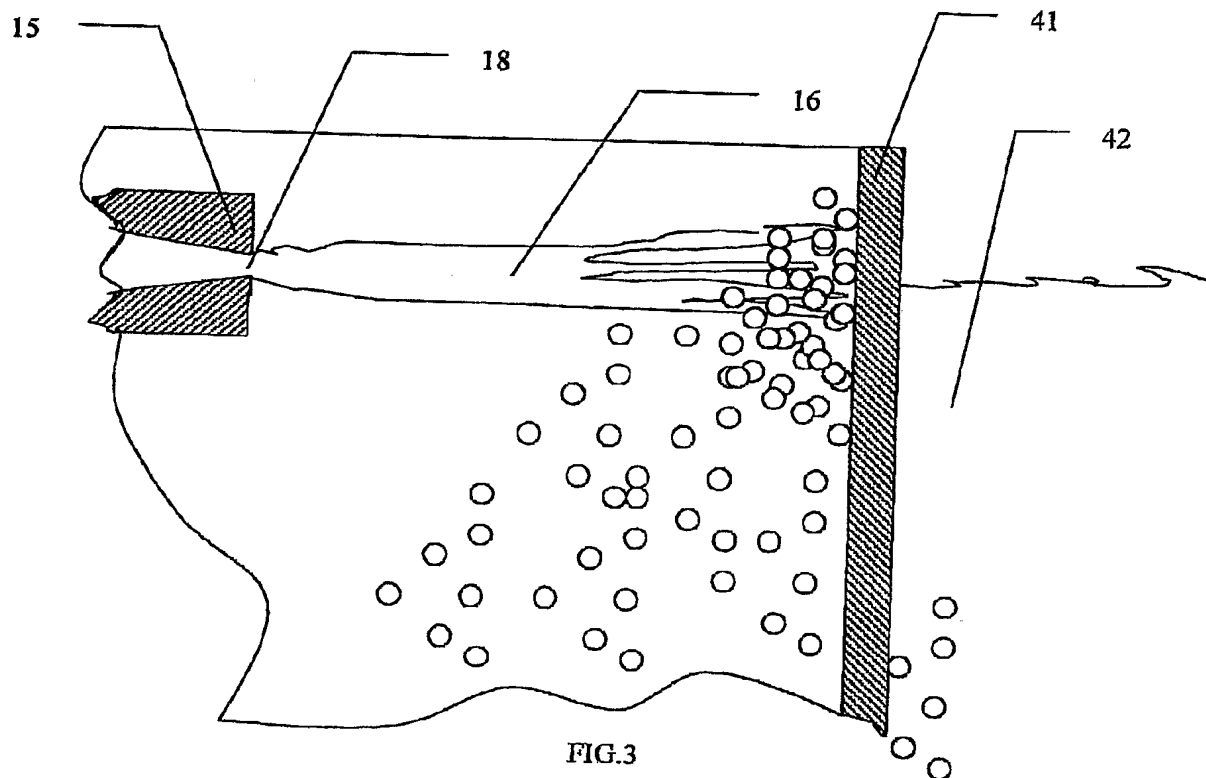


FIG.3

4/8

L 6

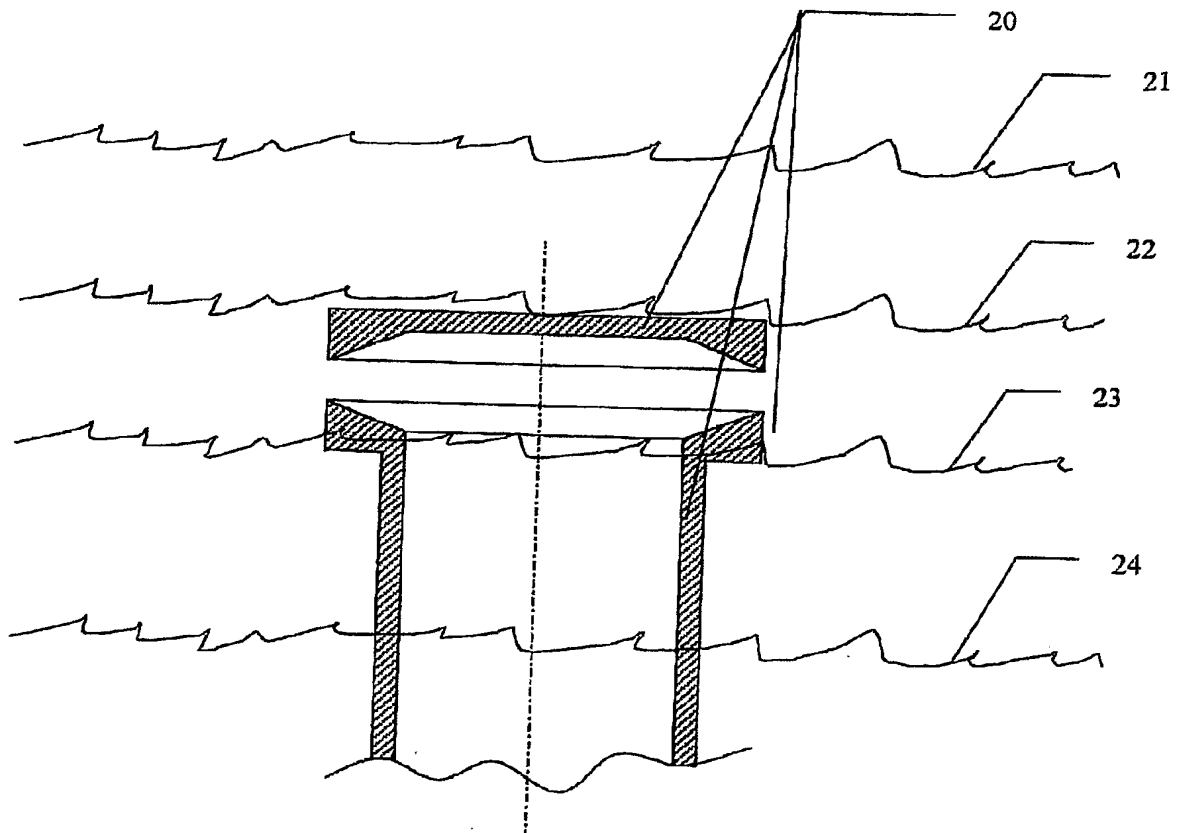
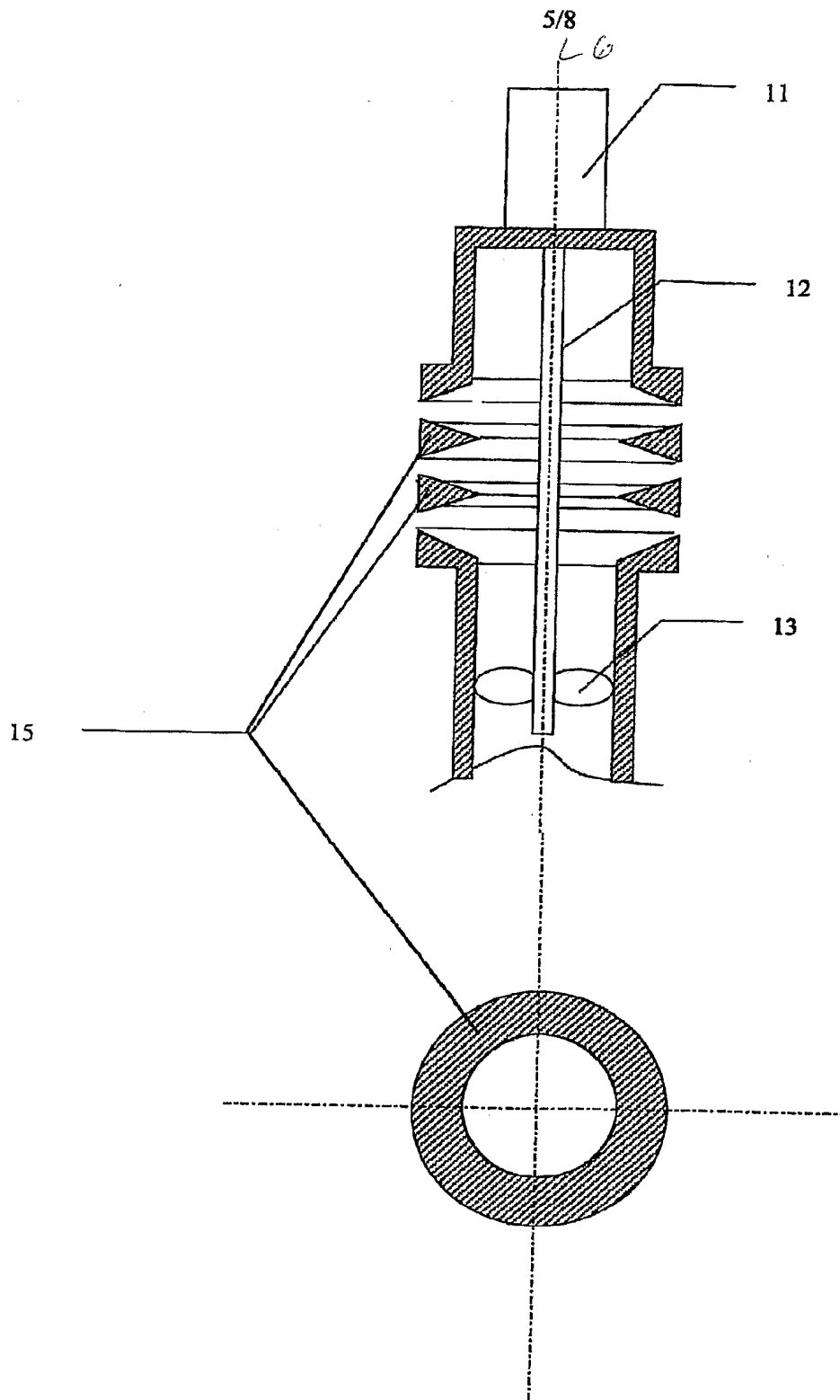


FIG.4



6/8

L 6

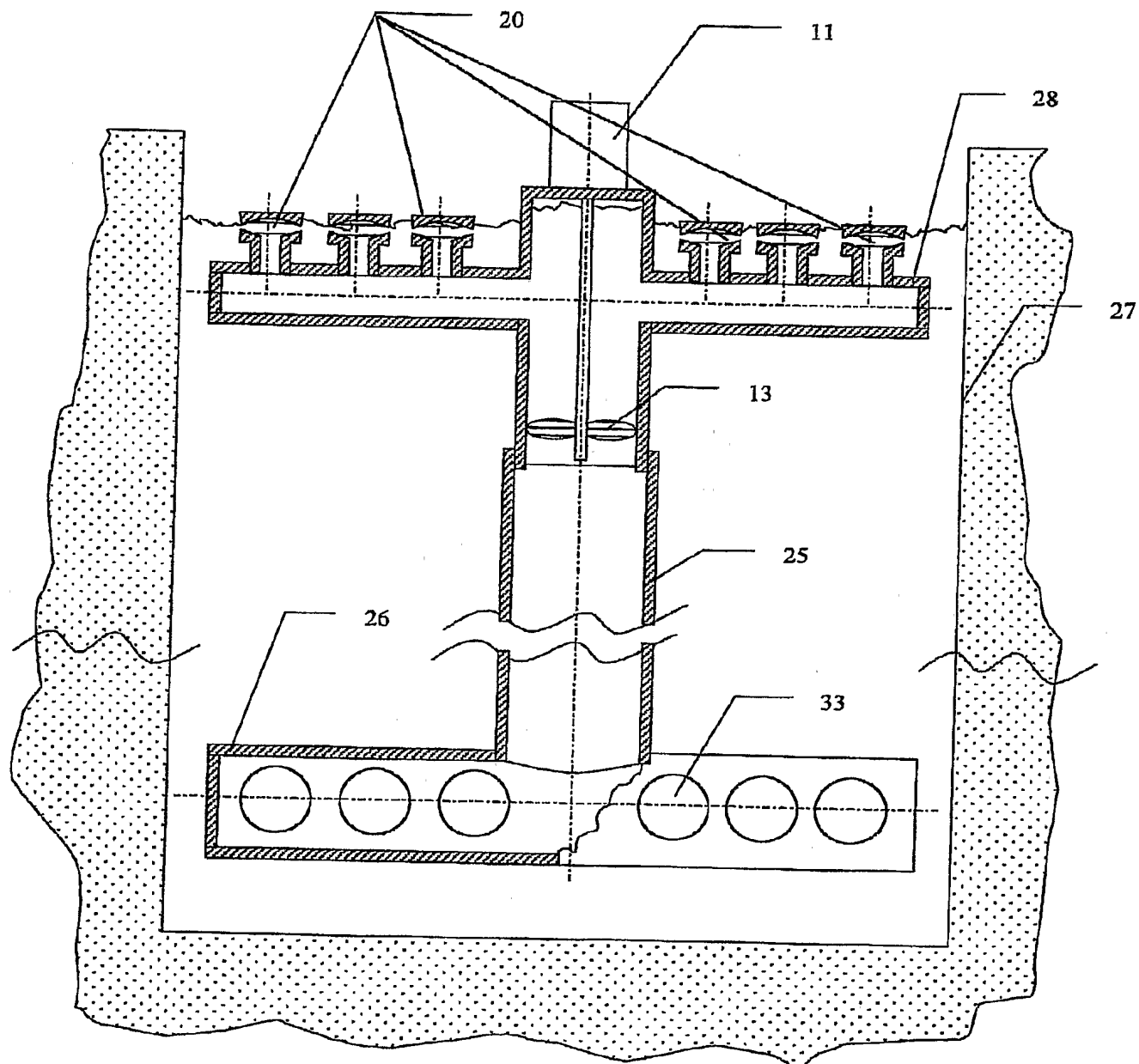


FIG. 6

7/8
L6

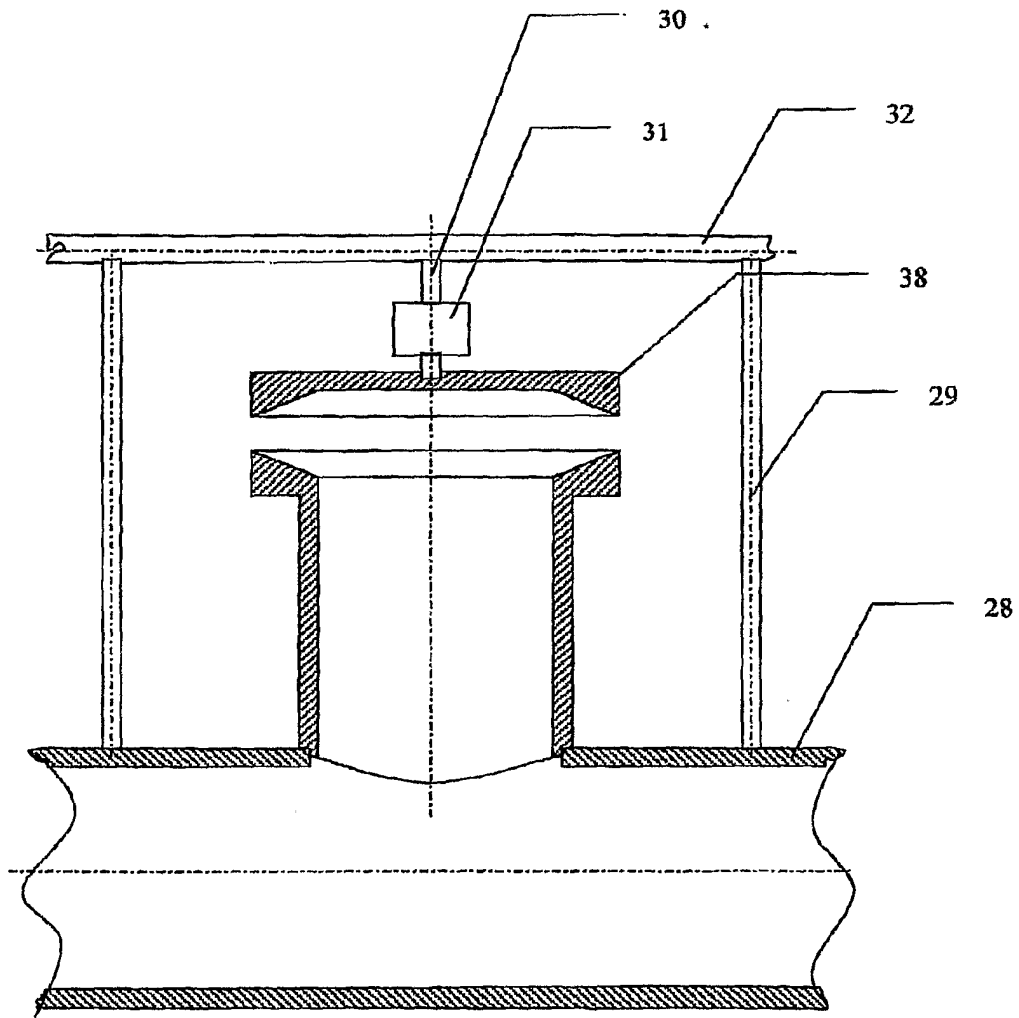


FIG. 7

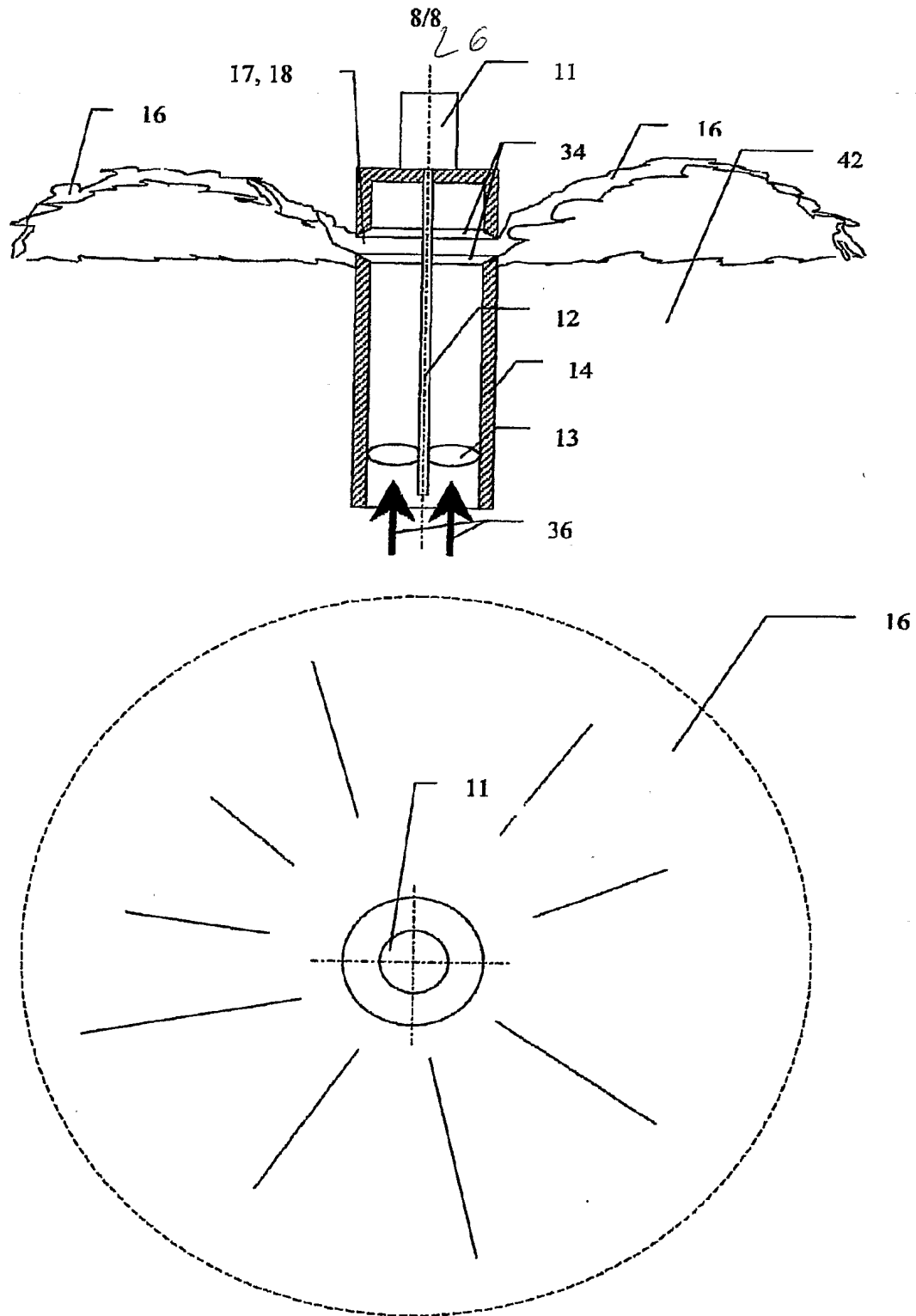


FIG. 8